

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011375155 **Image available**

WPI Acc No: 1997-353062/199733

XRPX Acc No: N97-292524

Solar cell module for use in severe environmental conditions - has thin resin layer between photovoltaic element and filler so as to fill gaps in conductive coat of collecting electrode of element

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Inventor: KATAOKA I; MORI T; SHIOTSUKA A; SHIOTSUKA H; YAMADA S

Number of Countries: 010 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 784348	A2	19970716	EP 97300099	A	19970109	199733 B
<u>JP 10233519</u>	A	19980902	JP 9711856	A	19970108	199845
KR 98063242	A	19981007	KR 97446	A	19970110	199949
<u>US 6191353</u>	B1	20010220	US 97781061	A	19970109	200112
CN 1168541	A	19971224	CN 97102920	A	19970110	200167
KR 288861	B	20010601	KR 97446	A	19970110	200223
EP 784348	B1	20030625	EP 97300099	A	19970109	200349
DE 69722976	E	20030731	DE 622976	A	19970109	200357
			EP 97300099	A	19970109	

Priority Applications (No Type Date): JP 96353802 A 19961218; JP 9618281 A 19960110

Cited Patents: No-SR.Pub

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 784348	A2	E	21	H01L-031/048	
Designated States (Regional): CH DE ES FR IT LI					
JP 10233519	A		12	H01L-031/04	
KR 98063242	A			H01L-031/00	
US 6191353	B1			H01L-031/06	
CN 1168541	A			H01L-031/04	
KR 288861	B			H01L-031/04	Previous Publ. patent KR 98063242
EP 784348	B1	E		H01L-031/048	
Designated States (Regional): CH DE ES FR IT LI					
DE 69722976	E			H01L-031/048	Based on patent EP 784348

Abstract (Basic): EP 784348 A

The solar cell module includes a photovoltaic element. The element has a light receiving face. The face has a collecting electrode with an electrically conductive coat and a surface side cover. The electrode is metal wire with either a gold or silver surface. The electrically conductive coat is formed of a paste. The cover includes a filler and a surface protective film which are sequentially laminated. The filler is an ethylene-vinyl acetate copolymer.

A thin resin layer is interposed between the photovoltaic element and the filler so as to fill gaps present in the conductive coat. The filler is cross linked by an organic peroxide which has a one hour half life temperature of between one hundred and three hundred degrees Celsius.

USE - For power generation.

ADVANTAGE - Improved moisture resistance. Improved transparency. Improved surface side cover. Highly reliable. Heat resistant. Improved scratch resistance. Improved electrical insulation. Flexible cover. Improved appearance.

Dwg.2/5

Title Terms: SOLAR; CELL; MODULE; SEVERE; ENVIRONMENT; CONDITION; THIN; RESIN; LAYER; PHOTOVOLTAIC; ELEMENT; FILL; SO; FILL; GAP; CONDUCTING; COAT; COLLECT; ELECTRODE; ELEMENT

Derwent Class: A85; L03; U12; X15

International Patent Class (Main): H01L-031/00; H01L-031/04; H01L-031/048;
H01L-031/06

International Patent Class (Additional): H01L-031/0224

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U12-A02A4E; U12-A02A5; X15-A02

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-233519

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 31/04

識別記号

F I
H 0 1 L 31/04

F
H

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-11856

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月8日

(31) 優先権主張番号 特願平8-18281

(32) 優先日 平8(1996) 1月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平8-353802

(32) 優先日 平8(1996) 12月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 塩塚 秀則

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 森 隆弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 塩塚 綾子

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 荻上 豊規

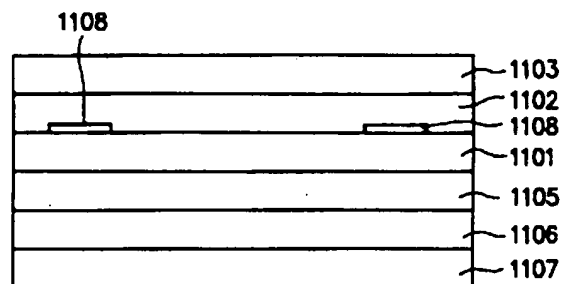
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【目的】 耐湿性および透明性に優れていて、高温環境下の長期使用での光起電力素子のシャント抵抗の低下による太陽電池特性の劣化を最小限にする表面被覆を有する太陽電池モジュールを提供する。

【構成】 光起電力素子(101)の光入射側に薄膜樹脂層(102)を設け、ガラス繊維を含有した充填材(103)、透明フィルム(104)を順次積層し、光起電力素子(101)の光入射側に設けられた集電電極(108)を被覆したコートの間隙を前記薄膜樹脂(102)で充填している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光起電力素子上にペーストで形成されたコートで被覆された集電電極を有し、前記光起電力素子の少なくとも光入射側に充填材およびフッ素フィルム層が順次被覆された太陽電池モジュールにおいて、前記光起電力素子と前記充填材との間に薄膜樹脂層を有し、前記集電電極を被覆した前記コートの間隙中に前記薄膜樹脂層があることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項2】 前記充填材の架橋に用いられる有機過酸化物の一時間半減温度が100℃以上300℃以下であることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項3】 前記充填材がエチレン-酢酸ビニル共重合体であることを特徴とする請求項1乃至2のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項4】 前記集電電極は金属ワイヤーであり、前記ペーストは導電性ペーストであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】 前記金属ワイヤー表面が銀もしくは銅もしくはアルミニウムであることを特徴とする請求項4に記載の太陽電池モジュール。

【請求項6】 前記ペーストまたは前記導電性ペーストは導電性粒子と結着樹脂を有することを特徴とする請求項1または4に記載の太陽電池モジュール。

【請求項7】 前記薄膜樹脂層が溶剤で希釈された樹脂を光起電力素子の光入射側に塗布、硬化され形成されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項8】 前記コートの厚みが1μm～100μmであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項9】 前記薄膜樹脂層の厚みが0.5～150μmであることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【請求項10】 前記薄膜樹脂は透明有機高分子樹脂を有することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、太陽電池モジュール、特に耐湿性および透明性に優れた太陽電池モジュールに関する。より詳細には本発明は、高温環境下の長期使用での光起電力素子のシャント抵抗の低下による太陽電池特性の劣化を改善した太陽電池モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 図1は、従来の太陽電池モジュールの一例の構成を示す略断面図である。図1において、1101は光起電力素子、1102は充填材、1103はフッ化物重合体薄膜層、1105は裏面充填材、1106は絶縁体層、1107は裏面補強材、1108は集電電極

である。より具体的には、フッ化物重合体薄膜層1101はETFE（エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体）フィルム、PVF（ポリフッ化ビニル）フィルムなどのフッ素樹脂フィルムであり、充填材1102はEVA（エチレン-酢酸ビニル共重合体）、ブチラル樹脂などであり、裏面充填材1105は表面側の充填材1102と同じかまたはEEA（エチレン-エチルアクリル酸共重合体）であり、絶縁体層1106はナイロンフィルム、ポリエチレンテレフタレート（PET）、アルミミネートテドラフィルムをはじめとする種々の有機樹脂フィルムである。この場合において充填材1102は、光起電力素子1101とフッ素樹脂フィルム1103および絶縁体層1106との接着剤としての役割を果たしている。フッ素樹脂フィルム1103は、充填材1102とともに外部からの引っ掻き、衝撃から太陽電池を保護する役割を果たしている。集電電極1108は導電性樹脂を被覆した金属ワイヤーや導電性樹脂を印刷し形成している。

【0003】このような構成の太陽電池モジュールを被覆するために用いられるEVAの架橋剤には、2, 5-ジメチル-2, 5-ビス（*tert*-ブチルパーオキシ）ヘキサン（一時間半減温度138℃）が広く用いられているが、より低温で分解可能な過酸化化合物を架橋剤として用いることによって同じ架橋温度条件でのラミネーション工程に要する時間を短縮できるため、高速架橋EVAが用いられる機会が増えている。この高速架橋EVAの使用はラミネーション工程での加熱時間を短縮させることで被覆材に加えられる熱量も減少し被覆材の黄変を減少させることが可能となり光学的に初期特性の優れた表面被覆とすることができる。しかし、上記太陽電池モジュールにおいて、湿度などの水分の影響を考えた場合、最表面に位置するフッ素樹脂フィルムだけでは撥水性においては効果があるものの、湿度バリア機能は十分ではなく、また下層には吸水性の高いEVA樹脂で光起電力素子を封止するために高温高湿下での太陽電池モジュールの長期安定性を保証する上で、満足できるものとは言い難い。加えて金属ワイヤーを導電性粒子と結着剤から被覆材で被覆した集電電極を用いた場合、導電性粒子間で結着剤で充填できない間隙が生じており、金属ワイヤーを湿度から十分に保護できていない。

【0004】ところで、高速架橋EVAは架橋時間が短縮できる反面、EVAが流動性を保持している時間が短く、光起電力素子上の凹凸や上記のような導電性樹脂間隙の間隙をEVAにより十分に充填できない。そのため、太陽電池モジュール内に浸入した湿度は間隙を伝って集電電極を構成する金属ワイヤーにまで達し金属ワイヤーを酸化しRsの上昇を引き起こしたり、金属ワイヤー表面の金属をイオン化、析出させ電圧印加状態では光起電力素子の欠陥部にマイグレーションによって堆積することによってシャント（短絡）の原因となり高温高湿環境

下での太陽電池モジュール特性を起こす恐れがある。集電電極をコーティングする樹脂も湿度の浸入により光起電力素子との接着力の低下による接触抵抗の増大などの長期間に渡って光起電力素子が発生した電力を効率よく利用することができないことがある。金属ペースト印刷により集電電極を形成した場合においても、太陽電池モジュール内に浸入した湿度により金属のイオン化、析出が繰り返し起こり光起電力素子部の欠陥に堆積し短絡の原因となることがある。また、表面被覆材に外部から引っ掻きに対する強度を付与するために充填材中にガラス繊維を含有させる場合は、ガラス繊維とEVAとの界面からの湿度の浸入は顕著になり、光起電力素子を湿度から保護することは大きな問題となる。

【0005】上述した従来の太陽電池モジュールの構成に従来の架橋剤を用いたEVAを使用した場合、架橋時間が長い場合EVAが流動性を保持している時間が長い場合光起電力素子上の凹凸や上記のような導電性樹脂間の間隙をEVAにより十分に充填が可能となる。しかしながら、導電性樹脂間の間隙をEVAで充填できたとしてもEVA自身が吸水率が高いために集電電極中への湿度の浸入を免れることができないため、本質的な耐湿性の改善とはならない。また、間隙を充填したEVAが集電電極を形成する金属ワイヤーに接するとEVAが黄変し新たなシャドーロスの原因となる。太陽電池モジュールの耐湿性を改善するについて、ガラス被覆モジュール構成が従来から数多く提案されている。そうした提案によれば、太陽電池モジュール最表面へのガラスの使用は表面からの湿度の浸入を抑えることができるがモジュール側面からの湿度の浸入を防ぐことはできない。モジュール側面からの湿度浸入防止にシリコンシーラントなどの充填が行われているが長期的な防湿性は乏しく、一旦浸入した湿度が抜けにくいという欠点がある。また、ガラスモジュールではフレキシブル性、耐衝撃性、軽量化、低コスト化の点で問題がある。また、有機樹脂フィルムに対して耐湿性を付与する方法として SiO_2 、 SiO_x 、アルミナを該フィルムの少なくとも片面にCVDスパッタ法により蒸着する方法があるが蒸着フィルムが着色し透明性の高いフィルムを得ることができないため太陽電池モジュールの初期特性の低下の原因となる。その際、蒸着膜自身も結晶性が高いため硬く、フィルムモジュールの特徴であるフレキシブル性も制限され、過剰な曲げなどの力により蒸着膜にクラックが生じ耐湿性の劣化となり、本質的な防湿性の改善とはならない。

【0006】太陽電池モジュールの使用形態の一つに屋根に設置する場合がある。この場合、各国で規定された屋根材の規格を合格しなければならず、その一つには燃焼性試験がある。これに合格するには太陽電池モジュールの封止材の可燃性樹脂であるEVAの含有量を削減しなければならない。しかし、上記太陽電池モジュール構成のEVA含有量を減らすと表面被覆材の光起電力素子

保護能力も低くなる。これらの問題をともに克服するためにガラス繊維によりEVAを補強する方法がある。この場合、ガラス繊維を含有することにより光起電力素子保護能力を保持する方法がとられるが、それらを充填できるEVA量が必要であり、こういった表面被覆構成ではUL1703規定される燃焼試験でアメリカ合衆国国内で屋根材として採用されるクラスAに分類されることは容易ではない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上述した問題を解決できる、耐湿性および透明性に優れた太陽電池モジュールの表面被覆材を提供することにある。本発明の他の目的は、高温環境下の長期使用での光起電力素子のシャント抵抗の低下による太陽電池特性の劣化を最小限にする太陽電池モジュールを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、光起電力素子上に導電性樹脂で被覆された集電電極を有し、該光起電力素子の少なくとも光入射側が充填材および透明フッ素樹脂で順次被覆されている太陽電池モジュールにおいて、前記集電電極を被覆した樹脂中の間隙中に薄膜樹脂層がある太陽電池モジュールを提供することを目的とする。また本発明は、光起電力素子上にペーストなどをコーティングして形成された集電電極を有し、該光起電力素子の少なくとも光入射側に充填材およびフッ素フィルム層が順次被覆され、前記集電電極を被覆した樹脂中の間隙を薄膜樹脂層が充填している太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

【0009】

【作用】上述した薄膜樹脂層を設ける構成によれば以下の効果が奏される。

(1) 防湿性の優れた表面被覆となる。すなわち、集電電極が形成された光起電力素子に液状樹脂を塗布、硬化させた薄膜樹脂層を設けることで、集電電極の被覆部に存在する導電性粒子間で結着剤で充填できない間隙に液状樹脂が入り硬化して間隙が充填される。これにより湿度の内部への浸入を防ぎ、湿度による集電電極を形成する金属ワイヤーの酸化を抑制しRs低下を抑制することができる。また、金属ペーストで集電電極を形成した場合においても、湿度の浸入を防ぎ、金属イオンの析出、マイグレーションを抑制することができる。

(2) 初期透光性に優れた表面被覆となる。すなわち、充填材の選択範囲が広がるので加熱時間を短縮することが可能となりラミネーション工程で表面被覆材の着色も減少し初期透光性の優れた太陽電池モジュールとすることができる。また、低温分解可能な架橋剤を使用することが可能になり、ラミネーション工程後に充填材中に残留する架橋剤量が減少でき使用時に残留した架橋剤が原因となる表面被覆の黄変を減少できる。また、ガラス繊

維に用いられている結着剤をアクリル樹脂とすればEVAとの黄変の相乗効果が抑制される。

(3) 耐熱性に優れた表面被覆となる。すなわち透明薄膜層を設けることにより表面強度を確保することができ、表面被覆に用いるEVA量を削減することが可能となり、UL1703規定される燃焼試験でアメリカ合衆国国内で屋根材として採用されるクラスAに分類されることが可能である。

(4) 耐スクラッチ性が確保できる。

(5) 電気絶縁性に優れた被覆材となる。すなわち光入射側表面から水の浸入を防ぐことで外部への漏れ電流の発生を抑えることができる。

(6) 可撓性に優れた被覆が得られる。ガラス板、蒸着フィルムのように可撓性に欠ける材料を用いることなく防湿効果を付与できるため、軽量で耐衝撃性に優れた耐湿性に高いモジュールが得られる。

(7) 外観に優れた被覆が得られる。液状樹脂により薄膜樹脂層を形成し光起電力素子上の凹凸を高低差を緩やかにできるため流動性を保持する時間の短縮された高速架橋EVAを用いた場合においても充填不良がない表面被覆材とすることができる。また、集電電極を構成する金属ワイヤーがEVAに接することがないためEVAが着色することもなく表面被覆材の黄変による太陽電池モジュールの特性の低下や外観不良がない表面被覆とできる。

【0010】

【実施態様例】本発明を以下の実施態様例により説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。図2に本発明の太陽電池モジュールの概略構成図の一例を示す。図2において、101は光起電力素子、102は薄膜樹脂層、103はガラス繊維を含有した充填材、104は最表面に位置する透明なフィルム、105は裏面の充填材、106は絶縁体フィルム、107は補強板、108是集電電極である。外部からの光は、最表面のフィルム104から入射し、光起電力素子101に到達し、生じた起電力は出力端子（不図示）より外部に取り出される。本発明における光起電力素子101は、例えば導電性基体上に、光変換部材としての半導体光活性層が形成されたものである。その一例としての概略構成図を図3に示すが、この図において201は導電性基体、202は裏面反射層、203は半導体光活性層、204は透明導電層、205是集電電極、206はペーストを用いて形成された集電電極の被覆コートである。図4は図3の光起電力素子の表面上に薄膜樹脂層102を形成した場合の一例を説明するための図である。図4に示されるように、薄膜樹脂はペーストにできた間隙を埋めるように塗布されており、このような間隙への充填性が達成されれば、光起電力素子101の表面全面にわたって必ずしも薄膜樹脂層102は設けられる必要はない。またその厚みも必要に応じて決められてよく、図示されるよう

にコート206を含めた集電電極の厚さより薄い厚さとしてもよい。具体的には、集電電極間において $0.5\mu\text{m}$ ～ $150\mu\text{m}$ の厚さとなるようにすることが好ましい。

【0011】導電性基体201は光起電力素子の基体になると同時に、下部電極の役割も果たす。材料としては、シリコン、タンタル、モリブデン、タングステン、ステンレス、アルミニウム、銅、チタンなどの金属、これら金属の合金、カーボンシート、鉛メッキ銅板、導電層が形成してある樹脂フィルムやセラミックスなどがある。上記導電性基体201上には裏面反射層202として、金属層、あるいは金属酸化物層、あるいは金属層と金属酸化物層を形成してもよい。金属層には、例えば、Ti, Cr, Mo, W, Al, Ag, Niなどが用いられ、金属酸化物層には、例えば、 ZnO , TiO_2 , SnO_2 などが用いられる。上記金属層および金属酸化物層の形成方法としては、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法などが使用できる。半導体光活性層203は光電変換を行う部分で、具体的な材料としては、pn接合型多結晶シリコン、pin接合型アモルファスシリコン、あるいは CuInSe_2 , CuInS_2 , GaAs , $\text{CdS}/\text{Cu}_2\text{S}$, CdS/CdTe , CdS/InP , $\text{CdTe}/\text{Cu}_2\text{Te}$ をはじめとする化合物半導体などが挙げられる。上記半導体光活性層の形成方法としては、多結晶シリコンの場合は熔融シリコンのシート化や非晶質シリコンの熱処理、アモルファスシリコンの場合はシランガスなどを原料とするプラズマCVDや水素雰囲気でのスパッタ法、化合物半導体の場合はイオンプレーティング、イオンビームデポジション、真空蒸着法、スパッタ法、電析法などが好適な方法として挙げられる。透明導電層204は太陽電池の上部電極の役目を果たしている。用いる材料としては、例えば、 In_2O_3 , SnO_2 , $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ (ITO), ZnO , TiO_2 , Cd_2SnO_4 , 高濃度不純物ドーパした結晶性半導体層などがある。形成方法としては抵抗加熱蒸着、スパッタ法、スプレー法、CVD法、不純物拡散法などが好適な方法として挙げられる。

【0012】ところで、透明導電層まで形成した光起電力素子は導電性基体の非平滑性又は/及び半導体光活性層成膜時の不均一性により導電性基体と透明導電層が部分的に短絡している場合があり、出力電圧に比例して大きな漏れ電流が流れる、すなわち漏れ抵抗（シャント抵抗）が小さい状態にある場合がある。そのような場合、これを修復するため透明導電層を形成した後に欠陥除去処理を施すことで良品にすることができる。米国特許第4,729,970号明細書にはこのような欠陥の除去手法の一例が記載されている。この方法においては光起電力素子のシャント抵抗は必要十分なものと考えればよい。例えば、 $1\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以上とされ、望ましくは $10\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以上とされる。透明導電層の上には電流

を効率よく集電するために、集電電極205（グリッド）が設けられる。集電電極205を形成する方法としては、Al、Ag、Au、Ni、Cu、Sn、Ptなどの比抵抗が $10^{-4}\Omega\text{cm}$ 以下の金属ワイヤーを導電性粒子および結着剤を拡散したペーストでコーティングする方法がある。その他には、Ti、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni、Cu、Sn、あるいは銀ペーストをはじめとする導電性ペーストをマスクパターンを用いて印刷する方法、印刷した導電性ペーストに金属ワイヤーを半田で固定する方法、あるいはスパッタリング、CVD法により全面金属膜を蒸着した後に不必要な部分をエッチングで取り除きパターンを形成する方法がある。

【0013】金属ワイヤーをコーティングする導電性ペーストとしては、通常微粉末状の銀、金、銅、ニッケル、カーボンなどの導電性粒子を結着剤に分散したものが用いられる。例えば、ポリエステル、エポキシ、アクリル、アルキド、ポリビニルアセテート、ゴム、ウレタン、フェノール、ブチラル、フェノキシなどの樹脂が挙げられる。また、金属ワイヤーのコーティング層は膜厚は $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下とする。これは $1\mu\text{m}$ 以下であると集電電極を透明電極上に固定する接着力に乏しく、 $100\mu\text{m}$ 以上の厚みを持った場合、集電電極が光起電力部を遮蔽する面積が大きくなりすぎ光起電力素子への入射光が減少し太陽電池の出力を減少する原因となる。最後に起電力を取り出すために出力端子206を導電性基体と集電電極に取り付ける。導電性基体へは銅タブなどの金属体をスポット溶接や半田で接合する方法がとられ、集電電極へは金属体を導電性ペーストや半田によって電気的に接続する方法がとられる。上記の手法で作製した光起電力素子は、所望する電圧あるいは電流に応じて直列か並列に接続される。また、絶縁化した基板上に光起電力素子を集積化して所望の電圧あるいは電流を得ることもできる。

【0014】表面フィルム104は太陽電池モジュールの最表層に位置するため耐候性、撥水性、耐汚染性、機械強度をはじめとして、太陽電池モジュールの屋外暴露における長期信頼性を確保するための性能が必要である。本発明に好適に用いられる材料としては四フッ化エチレン-エチレン共重合体（ETFE）、ポリフッ化ビニル樹脂（PVF）、ポリフッ化ビニリデン樹脂（PVDF）、ポリ四フッ化エチレン樹脂（TFE）、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体（FEP）、ポリ三フッ化塩化エチレン樹脂（CTFE）がある。耐候性の観点ではポリフッ化ビニリデン樹脂、防湿性の観点では四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体、ポリ三フッ化塩化エチレン樹脂が優れているが、耐候性および機械的強度の両立では四フッ化エチレン-エチレン共重合体が優れている。

【0015】表面充填材103について以下に詳しく説

明する。表面充填材103は光起電力素子の凹凸を樹脂で被覆し、外部環境から素子を保護するために必要である。また、上述したような表面フィルムがある場合はフィルムを素子に接着する役割も果たす。したがって、高透明性の他に、耐候性、接着性、耐熱性が要求される。これらの要求を満たすものとして、エチレンと不飽和脂肪酸エステルとの共重合樹脂が適当である。具体的には、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）、エステル基が逆に結合している樹脂としては、エチレン-アクリル酸メチル共重合体（EMA）、エチレン-アクリル酸エチル共重合体（EEA）、エチレン-アクリル酸ブチル共重合体（EBA）、エチレン-メタクリル酸メチル共重合体（EMM）、エチレン-メタクリル酸エチル共重合体（EEM）などが好適な材料として用いられる。充填材樹脂は耐熱性や接着性を向上させるために架橋することが好ましい。充填材の架橋は、一般に、イソシアネート、メラミン、有機過酸化化物などの架橋剤を使用して行われる。本発明に使用される架橋剤としてはポットライフが十分長いこと、架橋時の架橋反応が速やかなことのほかに、充填材上に表面フィルムが積層されるため、架橋剤からの遊離物がないあるいは微量であることが好ましい。上記の要求を満たすものとしては有機過酸化化物である。以下に当該有機過酸化化物について説明する。

【0016】有機過酸化化物による架橋は有機過酸化化物から発生する遊離ラジカルが樹脂中の水素を引き抜いてC-C結合を形成することによって行われる。有機過酸化物の活性化方法には、熱分解、レドックス分解およびイオン分解が知られている。一般には熱分解法が好んで行われている。実際的な有機過酸化物の分解温度としては 100°C 以上 130°C 未満とすることが望ましい。分解温度が 100°C 未満の場合EVAが溶解温度と有機過酸化物の分解温度に近くなるためにEVAが流動性を持った状態である時間が短くなり基板上の凹凸を充填することができない場合がある。 130°C 以上の場合、EVAを架橋するためにラミネーション工程の設定温度を高く、または時間を長くしなければならないために過剰な熱量を被覆材に加え、黄変の原因となる恐れがある。そうした有機過酸化物の具体例として、 α -ブチルパーオキシイソブチルカルボネート、1,1-ジ- α -ブチルペルオキシ-3,3,5,5-トリメチルシクロヘキサ-2,4-ジ- α -ブチルパーオキシヘキサヒドロテレフタレートなどが挙げられる。上記有機過酸化物の添加量は充填材に対して0.1乃至5wt.%が一般的である。上記有機過酸化物を充填材に混合し、加圧加熱しながら架橋および太陽電池モジュールの熱圧着を行うことが可能である。加熱温度ならびに加熱時間は各々の有機過酸化物の熱分解温度特性で決定することができる。一般には熱分解が60%、より好ましくは90%以上進行する温度と時間をもって加熱を終了する。加圧方法としては、

熱ロール、熱プレスで加圧する方法とエアバッグ状の治具を用いて系内（バック内の圧力）を減圧することによって大気圧で加圧する方法がある。

【0017】上記架橋反応を効率よく行うためには、架橋助剤と呼ばれるトリアリルシアヌレートを用いることが望ましい。一般には充填材の0.1乃至5%の添加量とするのが望ましい。充填材樹脂には高温下での安定性を付与するために熱酸化防止剤を添加することがしばしば行われる。添加量は樹脂100重量部に対して0.1〜1重量部が適正である。酸化防止剤の化学構造としてはモノフェノール系、ビスフェノール系、高分子型フェノール系、硫黄系、燐酸系に大別される。モノフェノール系のものとしては、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール；ブチル化ヒドロキシアニゾール；2,6-ジ-tert-ブチル-4-エチルフェノールが挙げられる。

【0018】ビスフェノール系のものとしては、2,2'-メチレン-ビス-(4-メチル-6-tert-ブチルフェノール)；2,2'-メチレン-ビス-(4-エチル-6-tert-ブチルフェノール)；4,4'-チオビス-(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール)；4,4'-ブチリデン-ビス-(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール)；3,9-ビス{1,1-ジメチル-2-(β-(3-tert-ブチル-4-ヒドロキシ-5-メチルフェニル)プロピオニルオキシ)エチル}2,4,8,10-テトラオキサスピロ5,5ウンデカンが挙げられる。

【0019】高分子フェノール系のものとしては、1,1,3-トリス-(2-メチル-4-ヒドロキシ-5-tert-ブチルフェニル)ブタン；1,3,5-トリメチル-2,4,6-トリス(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)ベンゼン；テトラキス{メチレン-3-(3',5'-ジ-tert-ブチル-4'-ヒドロキシフェニル)プロピオネート}メタン；ビス(3,3'-ビス-4'-ヒドロキシ-3'-tert-ブチルフェニル)ブチリックアシッド；グルコールエステル；1,3,5-トリス(3',5'-ジ-tert-ブチル-4'-ヒドロキシベンジル)-s-トリアジン-2,4,6-(1H,3H,5H)トリオン；トリフェノール(ビタミンE)が挙げられる。

【0020】硫黄系のものとしては、ジラウリルチオジプロピオネート；ジミリスチルチオジプロピオネート；ジステアリルチオジプロピオネートが挙げられる。燐酸系のものとしては、トリフェニルホスファイト；ジフェニルイソデシルホスファイト；フェニルジイソデシルホスファイト；4,4'-ブチリデン-ビス-(3-メチル-6-tert-ブチルフェニル)-ジトリデシルホスファイト；サイクリックネオペンタンテトライルビス(オクタデシルホスファイト)；トリス(モノおよびあるいはジ)フェニルホスファイト；ジイソデシルペンタ

エリスリトールジホスファイト；9,10-ジヒドロ-9-オキサ-10-ホスファフェナンスレン-10-オキサイド；10-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシベンジル)-9,10-ジヒドロ-9-オキサ-10-ホスファフェナンスレン-10-オキサイド；10-デシロキシ-9,10-ジヒドロ-9-オキサ-10-ホスファフェナンスレン；サイクリックネオペンタンテトライルビス(2,4-ジ-tert-ブチルフェニル)ホスファイト；サイクリックネオペンタンテトライルビス(2,6-ジ-tert-メチルフェニル)ホスファイト；2,2-メチレンビス(4,6-tert-ブチルフェニル)オクチルホスファイトが挙げられる。

【0021】更に、充填材樹脂の光劣化を抑え耐候性を向上させるために、あるいは充填材樹脂の下層の保護のために、紫外線吸収剤を添加することが望ましい。その添加量は樹脂100重量部に対して0.1〜0.5重量部程度とするのが望ましい。紫外線吸収剤としては、公知の化合物が用いられる。化学構造としてはサリチル酸系、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、シアノアクリレート系に大別される。サリチル酸系のものとしては、フェニルサリシレート；p-tert-ブチルフェニルサリシレート；p-オクチルフェニルサリシレートが挙げられる。ベンゾフェノン系のものとしては、2,4-ジヒドロキシベンゾフェノン；2-ヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン；2-ヒドロキシ-4-オクトキシベンゾフェノン；2-ヒドロキシ-4-ドデシルオキシベンゾフェノン；2,2'-ジヒドロキシ-4-メトキシベンゾフェノン；2,2'-ジヒドロキシ-4,4'-ジメトキシベンゾフェノン；2-ヒドロキシ-4-メトキシ-5-スルホベンゾフェノン；ビス(2-メトキシ-4-ヒドロキシ-5-ベンゾフェノン)メタンが挙げられる。

【0022】ベンゾトリアゾール系のものとしては、2-(2'-ヒドロキシ-5'-メチルフェニル)ベンゾトリアゾール；2-(2'-ヒドロキシ-5'-tert-ブチルフェニル)ベンゾトリアゾール；2-(2'-ヒドロキシ-3',5'-ジ-tert-ブチルフェニル)ベンゾトリアゾール；2-(2'-ヒドロキシ-3'-tert-ブチル-5-メチルフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール；2-(2'-ヒドロキシ-3',5'-ジ-tert-ブチルフェニル)-5-クロロベンゾトリアゾール；2-(2'-ヒドロキシ-3',5'-ジ-tert-アミルフェニル)ベンゾトリアゾール；2-{2'-ヒドロキシ-3'-(3'',4'',5'',6''-テトラヒドロフタルイミドメチル)-5'-メチルフェニル}ベンゾトリアゾール；2,2-メチレンビス{4-(1,1,3,3-テトラメチルブチル)-6-(2H-ベンゾトリアゾール-2-イル)フェノール}が挙げられる。シアノアクリ

レート系のものとしては、2-エチルヘキシル-2-シアノ-3,3'-ジフェニルアクリレート；エチル-2-シアノ-3,3'-ジフェニルアクリレートが挙げられる。これらの紫外線吸収剤は、一種またはそれ以上を添加することができる。

【0023】上記紫外線吸収剤以外に耐候性を付与する方法としてはヒンダードアミン系光安定化剤を使用できる。ヒンダードアミン系光安定化剤は紫外線吸収剤のように紫外線を吸収しないが、紫外線吸収剤を併用することによって著しい相乗効果をもたらす。この添加量は樹脂100重量部に対して0.1~0.3重量部程度が一般的である。もちろんヒンダードアミン系以外にも光安定化剤として機能するものはあるが、着色している場合が多く本発明の充填材には望ましくない。前記ヒンダードアミン系光安定化剤としては、コハク酸ジメチル-1-(2-ヒドロキシエチル)-4-ヒドロキシ-2,2,6,6-テトラメチルピペリジン重縮合物；ポリ〔(6-(1,1,3,3-テトラメチルブチル)アミノ-1,3,5-トリアジン-2,4-ジイル)〔(2,2,6,6-テトラメチル-4-ビペリジル)イミノ〕ヘキサメチレン〕〔2,2,6,6-テトラメチル-4-ビペリジル)イミノ〕〕；N,N'-ビス(3-アミノプロピル)エチレンジアミン・2,4-ビス〔N-ブチル-N-(1,2,2,6,6-ペンタメチル-4-ビペリジル)アミノ〕-6-クロロ-1,3,5-トリアジン縮合物；ビス(2,2,6,6-テトラメチル-4-ビペリジル)セバレート；2-(3,5-ジ-tert-4-ヒドロキシベンジル)-2-n-ブチルマロン酸ビス(1,2,2,6,6-ペンタメチル-4-ビペリジル)が挙げられる。なお、太陽電池モジュールの使用環境を考慮して低揮発性の紫外線吸収剤、光安定化剤および熱酸化防止剤を用いることが好ましい。

【0024】より厳しい環境下で太陽電池モジュールの使用が想定される場合には充填材と光起電力素子あるいは表面フィルムとの密着力を向上することが好ましい。シランカップリング剤や有機チタネート化合物を充填材に添加することで前記密着力を改善することが可能である。このシランカップリング剤の具体例としては、ビニルトリクロロシラン；ビニルトリス(βメトキシエトキシ)シラン；ビニルトリエトキシシラン；ビニルトリメトキシシラン；γ-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン；β-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン；γ-グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン；N-β(アミノエチル)γ-アミノプロピルトリメトキシシラン；N-β(アミノエチル)γ-アミノプロピルメチルジメトキシシラン；γ-アミノプロピルトリエトキシシラン；N-フェニルγ-アミノプロピルトリメトキシシラン；γ-メルカプトプロピルトリメトキシシラン；γ-クロロプロピルトリ

メトキシシランなどが挙げられる。光起電力素子に到達する光量の減少を抑えるために、充填材樹脂103の光透過率は、400nm以上800nm以下の可視光波長領域において80%以上であることが望ましく、90%以上であることがより望ましい。また、大気からの光の入射を容易にするために、屈折率が1.1から2.0であることが好ましく、1.1から1.6であることがより好ましい。

【0025】薄膜樹脂層102は太陽電池モジュールの表層からの水分の浸入を防ぐために耐湿性が高く、透湿度の低く透明であることが求められる。好ましくは40℃、90%RHでの当湿度が20g/m²・dayより小さいことが望まれる。また、光起電力素子に到達する光量の減少を抑えるために、薄膜樹脂層102の光透過率は、400nm以上800nm以下の可視光波長域において80%以上であることが望ましい。また、大気からの光の入射を容易にするために、屈折率が1.1から2.0であることが好ましく、1.1から1.6であることがより好ましい。具体的な材料としてはアクリル樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂を主成分とする樹脂が用いられている。樹脂硬化方法においては湿気硬化型、イソシアネート硬化型などの2液型とブロッキングイソシアネートを用いた1液型がある。2液型塗料を用いた場合、樹脂と硬化剤の混合は塗布直前でなければならず、装置も複雑になる。このため使用するより好ましい材料としてはブロッキングイソシアネートにより加熱架橋した樹脂からなる1液型塗料が用いられる。樹脂としてはアクリル樹脂に無機ポリマーを混合したものが用いられる。ブロッキング剤の解離温度は80℃以上220℃以下が望ましい。80℃以下であると樹脂自体のポットライフが短くなる。220℃以上であると解離させるための加熱がアクリル樹脂自体を熱劣化させ黄変させたり、光起電力素子に悪影響を及ぼす恐れがある。解離後のブロッキング剤は少なくとも一部は塗膜中に残存するため、塗膜組成物と着色反応しないものを選択すべきである。また、接着性を付与するために、シラン系、チタン系、アルミ系カップリング剤を樹脂分に対して0.05~10%添加することも可能である。好ましくはシラン系カップリング剤を0.05~8.0%添加して用いる。具体的な塗膜形成方法としては、樹脂溶液をスプレーコーター、スピンコーター、カーテンコートにより光起電力素子上にコーティングを行い、溶剤を乾燥した後に加熱硬化させる。このような溶剤塗布を行うことで集電電極の被覆中の間隙に薄膜樹脂が進入でき、その結果、間隙を充填することが可能となる。

【0026】裏面充填材105は光起電力素子101と裏面の絶縁体フィルム106との接着を図るためのものである。材料としては、導電性基板と十分な接着性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用

いられる材料としては、EVA、EEA、ポリビニルブチラルなどのホットメルト材、両面テープ、柔軟性を有するエポキシ接着剤が挙げられる。また、表面充填材103と同じ材料としてもよい。裏面の絶縁体フィルム106は光起電力素子101の導電性基体と外部との電気的絶縁を保つために配置される。材料としては、導電性基体と十分な電気絶縁性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用いられるフィルムとしては、ポリオレフィン系、アクリル系、スチレン系、ナイロン、ポリエチレンテレフタレート(PET)のフィルムが挙げられる。

【0027】太陽電池モジュールが高温で使用される場合、例えば屋根材一体型などでは高温下での接着を確実にするために、架橋することがより好ましい。EVAなどの架橋法としては、有機過酸化物を用いる方法が一般的である。裏面の絶縁体フィルム106の外側には、太陽電池モジュールの機械的強度を増すために、あるいは、温度変化による歪、ソリを防止するために、補強板107を張り付けてもよい。その場合、例えば、銅板、プラスチック板、FRP(ガラス繊維強化プラスチック)板が好ましい。

【0028】以上述べた光起電力素子、透明有機高分子樹脂、表面フィルムを用いて太陽電池モジュールとする方法を次に説明する。表面充填材103で光起電力素子受光面を被覆するには、溶剤を溶かした充填材を塗布した後溶剤を蒸発させる方法、粉体状の充填材を素子表面に均一に付着させ加熱溶融する方法、加熱溶融させた充填材をスリットから素子上に押し出す方法、加熱溶融させた充填材をスリットから押し出し充填材のシートを作製しこれを素子上に加熱圧着する方法などが挙げられる。充填材を溶剤に溶かす場合は同時に、シランカップリング剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤などの種々の添加剤を混合しておく。これを素子に塗布して乾燥する。また粉体状充填材を溶融する場合や充填材を溶融させて押し出す場合も予め添加剤を混入しておく必要がある。充填材が素子上に予め形成されている場合は裏面に裏面充填材105、裏面絶縁体フィルム106を、表面に表面フィルム104を重ね加熱圧着することにより太陽電池モジュールを得る。補強板を設けるときは接着剤を介して裏面被覆フィルムに重ねて圧着すればよく、これは前記工程と同時行っても、工程後に行っても構わない。一方、充填材がシート状に成形されている場合は、素子と表面フィルムの間に挿入して同様に加熱圧着して太陽電池モジュールとすることができる。加熱圧着の方法としては従来公知である真空ラミネーション、ロールラミネーションなどを種々選択して用いることができる。

【0029】

【実施例】以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるもので

はない。

【0030】

【実施例1】図5に示す構成の太陽電池モジュールを以下のようにして作製した。なお、図5において、301は光起電力素子、307は光起電力素子上に設けられた集電電極、302はガラス繊維を含有した充填材、303は最表面に位置する透明なフィルム、304は裏面の充填材、305は絶縁体フィルム、306は補強板、308は薄膜樹脂層である。300は入射光を示す。

【0031】

【光起電力素子】光起電力素子301としては、以下のようにして作製した図3に示す構成の光起電力素子を用意した。洗浄したステンレス基板上に、スパッタ法で裏面反射層としてAl層(膜厚5000Å)とZnO層(膜厚5000Å)を順次形成した。ついで、プラズマCVD法により、 SiH_4 と PH_3 と H_2 の混合ガスからn型a-Si層を、 SiH_4 と H_2 の混合ガスからi型a-Si層を、 SiH_4 と BF_3 と H_2 の混合ガスからp型微結晶 $\mu\text{c-Si}$ 層を形成し、n型膜厚150Å/i型膜厚4000Å/p型膜厚100Å/n型膜厚100Å/i型膜厚800Å/p型膜厚100Åの層構成のタンデム型a-Si光電変換半導体層を形成した。次に、透明導電層として、 In_2O_3 薄膜(膜厚700Å)を、 O_2 雰囲気下でInを抵抗加熱法で蒸着することによって形成した。かくして光起電力素子301を作製した。

【集電電極】上記で得た光起電力素子301の透明導電層上に、集電電極307を以下のようにして形成した。集電電極を構成する金属ワイヤーとしては銅ワイヤーを使用し、以下の処方により導電性樹脂を作製した。溶剤として酢酸エチル2.5g、IPA2.5gの混合溶剤を分散シェーク瓶に入れた。次に主剤となるウレタン樹脂を22.0gを前記シェーク瓶に加えボールミルで十分攪拌した。次に、ブロックイソシアネートを1.1g、分散用ガラス10gを前記溶液に加えた。次に導電性粒子として平均一次粒子径が0.05 μm のカーボンブラック2.5gを前記溶液に加えた。材料を投入したシェーク瓶を東洋精機製作所製のペイントシェーカーにて10時間分散した。でき上がったペーストから分散用ガラスビーズを取り除いた。次にワイヤーコート機を用いて上記導電性樹脂を銅ワイヤーに以下の方法によりコーティングした。まず、送りだしリールに金属ワイヤーを巻いたリールを設置し、巻き取りリールに向けて金属ワイヤーを張り、コーターに導電性樹脂を注入し、巻き取りながらコーティングを行った。かくして得られた巻き取りリール上の集電電極を該巻き取りリールから外し、所定の長さに切り、それらを光起電力素子301の光入射側に一定間隔で配置し、熱圧着して集電電極307を形成した。最後にマイナス側出力端子として銅タブをステンレス基板に半田を用いて取り付け、プラス側出力端子としては錫箔のテープを半田にて集電電極に取り

付け出力端子とした。

【0032】

【薄膜樹脂層】上記で得られた集電電極307を有する光起電力素子301の受光面側に薄膜樹脂層308を以下のようにして形成した。メタクリル酸2-ヒドロキシエチルからなるアクリル樹脂52重量部、ε-カプロラクタムをブロッキング剤としたヘキサメチレンジイソシアネート30重量部、オルガノシロキサン13重量部、γ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン5重量部を、キシレン50重量部およびメチルイソブチルケトン50重量部の混合溶媒にて上記樹脂を樹脂分35%になるように希釈した塗布用溶液を作製し、スプレーコートにて光起電力素子の受光面に硬化後25μm厚になるように塗布し室温で15分間乾燥後、200℃にて10分間加熱硬化した。かくして薄膜樹脂層308を形成した。

【0033】

【被覆材】表面フィルム303としては下層の充填材302との接着面をコロナ放電処理した無延伸のエチレン-テトラフルオロエチレンフィルム(ETFEフィルム)を用意した。表面充填材302としては、エチレン-酢酸ビニル共重合体(酢酸ビニル33wt. %、メルトフロ-レイト30wt. %)100重量部と架橋剤として2, 5-ジメチル-2, 5-ビス(ト-ブチルパーオキシ)ヘキサンを1. 5重量部、UV吸収剤として2-ヒドロキシ-4-n-オクトキシベンゾフェノン0. 3重量部、酸化防止剤としてトリス(モノ-ノニルフェニル)ホスファイト0. 2重量部、光安定化剤として(2, 2, 6, 6-テトラメチル-4-ピペリジル)セバケート0. 1重量部を混合し、これにガラス繊維不織布を含浸させた460μmの厚みのシート(以下、EVAシートと略称する)を用意した。裏面充填材304として、表面充填材と同じEVAシートを用意した。裏面被覆材305として、ナイロンフィルム(商品名: ダーテック、デュボン社製)を用意した。裏面補強板306として、銅板(商品名: タイマカラー、厚さ0. 27mm)を用意した。

【ラミネーション】上記被覆材を用いて光起電力素子を図4の構成でラミネートした。すなわち、薄膜樹脂層308が形成された光起電力素子301の受光面側に上記EVAシートおよび上記表面フィルムを、該光起電力素子の裏側に上記EVAシート、上記絶縁フィルム、上記銅板を順次重ね、真空ラミネート装置を用いて加圧脱気しながら150℃で45分加熱した。かくして太陽電池モジュールを得た。このようにして複数の太陽電池モジュールを作製した。得られた太陽電池モジュールの1つについて観察したところ、その集電電極の被覆コートに存在する空隙はすべて薄膜樹脂層により望ましい状態に充填されていることが判った。

【0034】

【実施例2】実施例1において集電電極に銀グラッドワ

イヤーを用いた以外は全く同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0035】

【実施例3】実施例1において集電電極にアルミニウムグラッドワイヤーを用いた以外は全く同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0036】

【実施例4】実施例1において薄膜樹脂のブロッキングイソシアネートにε-カプロラクタムでブロックされた1, 3-ビス(イソシアナトメチル)シクロヘキサンを用いた以外は全く同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0037】

【比較例1】実施例1において薄膜樹脂層を形成しない以外は実施例1と同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0038】

【実施例5】実施例1においてEVAの架橋剤に2, 5-ジメチル-2, 5-ビス(ト-ブチルパーオキシ)ヘキサンを用い、ラミネーション条件を150℃100分間とした以外は実施例1と同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0039】

【比較例2】実施例5において薄膜樹脂層を形成しない以外は実施例5と同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0040】

【比較例3】実施例2において薄膜樹脂層を形成しない以外は実施例2と同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0041】

【比較例4】実施例3において薄膜樹脂層を形成しない以外は実施例3と同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0042】

【実施例6】実施例1においてブロッキングイソシアネートのブロック体をMEKオキシムを用いた以外は実施例1と同様にして複数の太陽電池モジュールを作製した。

【0043】

【評価】上記実施例および比較例で作製した太陽電池モジュールについて以下の項目について評価を行った。評価結果は表1にまとめて示した。

【0044】(1) 太陽電池モジュール初期特性評価
太陽電池モジュールの初期特性をソーラーシミュレーターで100mW/cm²の照射下でのセル特性を測定して評価し、モジュール化される前の太陽電池特性と比較してほんの僅かな特性変化しか認められないものを◎、認識できる特性変化が認められるが、実用上問題のないものを○とする基準で表1に示した。

【0045】(2) 耐熱性

太陽電池モジュールを150℃の雰囲気中に15時間放置し、外観上の変化を観察し、ほんの僅かな変化しか認められないものを◎、認識できる変化が認められるが、実用上問題のないものを○とする基準で表1に示した。

【0046】(3) 耐湿性

①ソーラーシミュレーターで受光面に100mW/cm²の疑似太陽光を照射しながら太陽電池モジュールを24時間浸水し、試験前後の太陽電池モジュールの100mW/cm²の光照射下でのセル特性を測定した。

②太陽電池モジュールを85℃/85%RHの雰囲気中で10時間保持した後に逆バイアスに0.85Vを10時間印加し、試験前後の太陽電池モジュールのセル特性を測定した。上記①および②で得られた結果に基づいて、光起電力素子のR_s上昇およびR_{sh}低下による光起電力素子特性の僅かな低下しか示さないものを○、著しく特性の劣化を示すものを×とする基準で表1に示した。

【0047】(4) 耐スクラッチ性

太陽電池モジュール表面の最も凹凸が激しいと思われる部分を加重2ボンドで引っ掻き、表面被覆材が外部と絶縁性を保っていることができるか評価した。判定はモジュールを伝導度3000Ω・cmの電解質溶液に浸して、素子と溶液との間に2200ボルトの電圧を印加したときの漏れ電流が50μAを越えた場合を不合格とした。表1には合格を○、不合格を×で示した。

【0048】(5) 耐候性

サンシャインウェザオメーターに太陽電池モジュールを

投入し、キセノンランプによる光照射と降雨サイクルによって促進耐候性試験を行い、5000時間後の外観上の変化を観察した。表1には、変化のないものを○とし、外観上、信頼性を大きく損なう剥離、亀裂などが見られる場合を×とする基準で示した。

【0049】(6) 電気絶縁性

太陽電池モジュールを85℃/85%RHの雰囲気中で1000時間保持した直後、太陽電池モジュールのプラス極とマイナス極を短ケーブルで接続させて短絡させ、伝導度3000Ω・cmの電解質溶液に太陽電池モジュールを浸し、DC電源（ハイポットテスター）の一方に短絡させたケーブル、もう一方に電解溶液中の電極を接続し2200Vを印加した時の漏れ電流を測定し電流値が50μAを越えたものを不合格とした。表1に合格○、不合格は×で示した。

【0050】表1から明らかなように、実施例においては良好な太陽電池モジュールを得ることができた。これに対して、比較例では耐熱性に関しては実施例と同等な結果が得られたが、太陽電池内に水分を透過しやすく、透過した水分により金属ワイヤーの酸化によるR_s上昇、表面が金属イオン化してマイグレーションを引き起こしシャント（短絡）を起こしてしまうために十分な耐湿性が得られない。また、透明樹脂層を設けないために外部からの引っ掻きなどに対する耐スクラッチ性や電気絶縁性においても十分な特性が得られない。

【0051】

【表1】

	太陽電池モジュール初期特性	耐熱性	耐湿性	耐スクラッチ性	耐候性	電気絶縁性
実施例1	◎	◎	○	○	○	○
実施例2	◎	◎	○	○	○	○
実施例3	◎	◎	○	○	○	○
実施例4	◎	◎	○	○	○	○
実施例5	◎	○	○	○	○	○
実施例6	○	○	○	○	○	○
比較例1	○	○	×	×	×	×
比較例2	○	○	×	×	×	×
比較例3	○	○	×	×	×	×
比較例4	○	○	×	×	×	×

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、光起電力素子上に導電性ペーストで形成されたコートで被覆された集電電極を有し、該光起電力素子の少なくとも光入射側に充填材およびフッ素フィルム層が順次被覆された太陽電池モジュールにおいて、薄膜樹脂層を前記光起電力素子と前記充填材との間に、前記集電電極を被覆したコート中の間隙が前記薄膜樹脂層により充填されるように設けることにより、ラミネーション工程の時間を短縮し、かつ防湿性、耐熱性、外観に優れた表面被覆材を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】太陽電池モジュールの構成例を示す模式的断面図である。

【図2】本発明の太陽電池モジュールの好適な一例の模式的断面図である。

【図3】本発明の太陽電池モジュールに適用可能な太陽電池素子の一例の模式的断面図である。

【図4】薄膜樹脂の塗布状態の一例を説明するための模

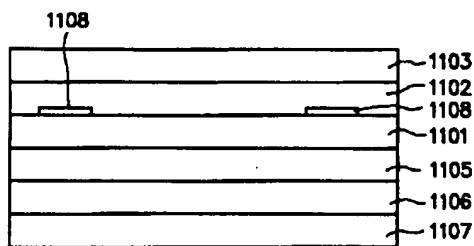
式的断面図である。

【図5】本発明の太陽電池モジュールの好適な他の一例の模式的断面図である。

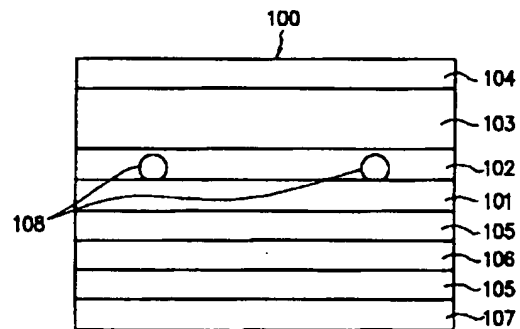
【符号の説明】

- 100, 300 入射光
- 101, 301 光起電力素子
- 102, 308 薄膜樹脂層
- 103, 302 表面充填材
- 104, 303 表面フィルム
- 105, 304 裏面充填材
- 106, 305 絶縁性フィルム
- 107, 306 裏面補強材
- 201 導電性基体
- 202 裏面反射層
- 203 半導体光活性層
- 204 透明導電層
- 205 集電電極

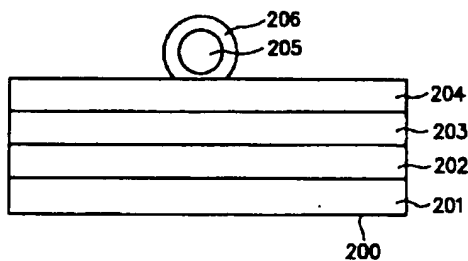
【図1】



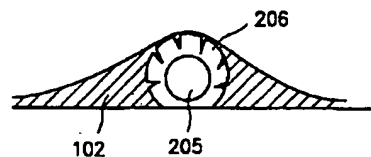
【図2】



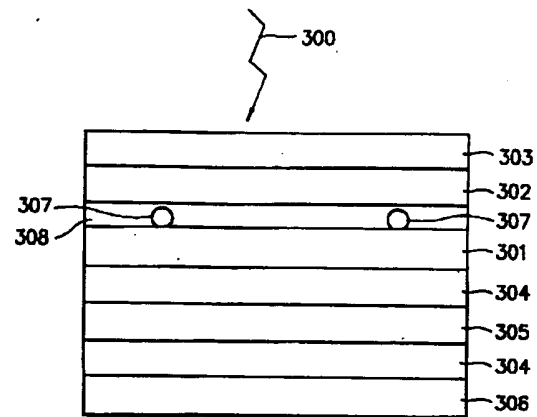
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 片岡 一郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 山田 聡
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内